

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ГИДРОХИМИИ

Задача 1. Сколько граммов As_2O_3 надо взять для приготовления 250 мл раствора с концентрацией мышьяка 0,01 мг/мл?

Решение: мышьяка надо $250\text{мл} \cdot 0,01\text{мг/мл} = 2,500\text{мг} = 0,002500\text{г}$.

Теперь данную массу необходимо пересчитать на массу As_2O_3 , не забывая о том, что 1 моль As_2O_3 даёт 2 моль As. Это можно сделать множеством способов, в том числе школьной пропорцией: $0,002500\text{г} \cdot 197,84\text{г/моль} / (149,85\text{г/моль}) = 0,003301\text{г} = 3,301\text{мг}$

Ответ: $m(\text{As}_2\text{O}_3) = 0,003301\text{г}$.

Задача 2. Какую навеску гидроксиапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ необходимо взять для приготовления 250 мл раствора с содержанием P_2O_5 1г/л?

Решение: $250\text{ мл} = 0,25\text{ л}$; $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,25\text{л} \cdot 1\text{ г/л} = 0,25\text{г}$.

А дальше либо пропорцией на основе соотношения либо через количество молей, предварительно рассчитав молярные массы: $M(\text{P}_2\text{O}_5) = 109,94\text{г/моль}$; $M(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}) = 502,3\text{г/моль}$.

$n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,25\text{г} / (109,94\text{г/моль}) = 0,002274\text{ моль}$; молей фосфора в 2 раза больше, чем молей P_2O_5 , то есть 0,004548 моль, а молей $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ в 3 раза меньше, чем фосфора, то есть 0,001516 моль.

$m(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}) = 0,001516\text{моль} \cdot (502,3\text{г/моль}) = 0,7615\text{ г}$.

Ответ: $m(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}) = 0,7615\text{ г}$.

Задача 3. Имеется 0,1н серная кислота. Опишите последовательность действий, чтобы приготовить с помощью мерных пипеток и колб минимум по 50 миллилитров растворов с концентрациями серной кислоты в пересчёте на серу 0,01; 0,05 и 0,2 мг/мл. Укажите концентрации (в мг/л серы) промежуточных растворов.

Решение. Сразу переведём единицы измерения концентрации. С учётом того, что серная кислота двухосновная, $1\text{моль} = 2\text{гэкв}$, $1\text{гэкв} = 0,5\text{моль}$, $\text{фэкв} = 0,5\text{моль/гэкв}$.

$0,1\text{н.} = 0,1\text{гэкв/л}$; $(0,1\text{гэкв/л}) \cdot (0,5\text{моль/гэкв}) = 0,05\text{моль/л}$

С учётом того, что в молекуле серной кислоты 1 атом серы, количество моль серы в литре раствора равно количеству серной кислоты. Переведём (моль/л) в (г/л), (мг/л) и (мг/мл) серы:

$0,05\text{моль/л} \cdot 32,066\text{г/моль} = 1,603\text{г/л} = 1603\text{мг/л} = 1,603\text{мг/мл}$.

То есть тут разница между исходным и конечными растворами невелика и раствор 0,2мг/л можно приготовить однократным разведением в $(1,603\text{мг/мл}) / (0,2\text{мг/мл}) = 8,015\text{раз}$. Раствора с концентрацией 0,2мг/мл целесообразно приготовить больше 50 мл, чтобы из него разбавить два оставшихся раствора. Сделаем его 100 мл. Так как разводим в 8,015раза то на 100мл колбу надо взять $100\text{мл} / 8,015 = 12,48\text{мл}$ раствора с концентрацией 1,603мг/мл.

Задача 4. Смешаны 400 мл 0,0405 моль/л раствора бромата калия и 250 мл раствора бромата калия с молярной концентрацией эквивалента KBrO_3 0,222 моль/л. Объем смеси разбавлен водой до 1000 мл. рассчитать молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

Решение:

1. Определим, сколько моль вещества содержится в 400 мл раствора и в 250 мл.

400мл – 0,0405 моль/л и 250мл – 0,222 моль/л

0,0405 моль – в 1000 мл

x – в 400 мл, следовательно $x = 0,0405 \cdot 400 / 1000 = 0,0162$ моль

0,222 моль – в 1000 мл

y – в 250 мл следовательно $y = 0,222 \cdot 250 / 1000 = 0,0555$ моль

Значит, в растворе будет содержаться $0,0162 + 0,0555 = 0,0717$ моль вещества.

Поскольку раствор разбавляют водой до 1000мл (1л), получим, что молярная концентрация полученного раствора составит 0,0717 моль/л.

Теперь определим молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

$C_n = v_3 / V_{p-ра}$, в свою очередь $v_3 = m / M_3$, где M_3 – молярная масса эквивалента.

Молярная масса эквивалента соли определяется отношением молярной массы соли к произведению числа атомов металла на его валентность. Поскольку К одновалентен и в данной соли содержится всего один его атом, следовательно $M_3 = M$, а значит молярная концентрация и молярная концентрация полученного раствора будут равны. Т.е. молярная концентрация эквивалента полученного раствора равна 0,0717 моль/л.

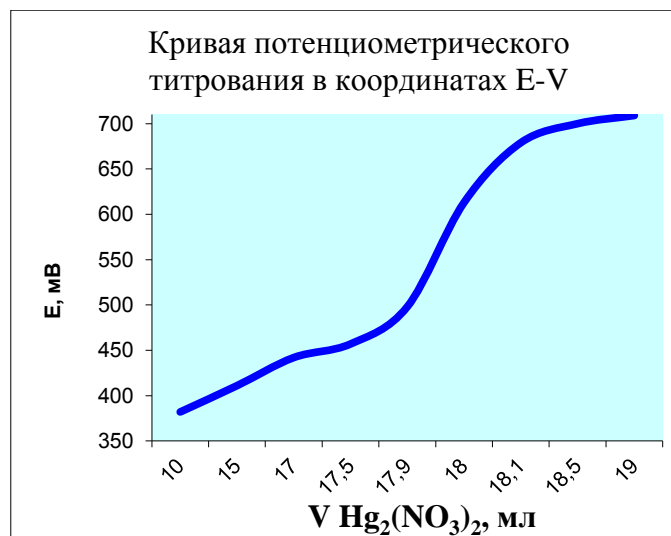
Ответ: 0,0717 моль/л.

Задача 5. Потенциометрический метод – это метод качественного и количественного анализа, основанный на измерении потенциалов, возникающих между испытуемым раствором и погруженным в него электродом. Данный метод рекомендуется для установления доброкачественности и количественного анализа некоторых фармакопейных препаратов. Используя потенциометрическое титрование, можно более объективно устанавливать точку эквивалентности, поэтому метод находит широкое практическое применение. Одним из направлений потенциометрического метода является хронопотенциометрия. Сущность этого метода заключается в том, что потенциал одного из электродов записывают как функцию времени. Помимо аналитических целей метод может быть использован для изучения кинетики химических процессов. Потенциометрический метод также может быть использован при исследовании процессов разрушения лекарственных веществ при хранении.

Построить кривые потенциометрического титрования в координатах E-V и $\Delta E / \Delta V - V$ и рассчитать концентрацию хлорида кальция в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора 0,0500 н. раствором $Hg_2(NO_3)_2$ получили следующие данные:

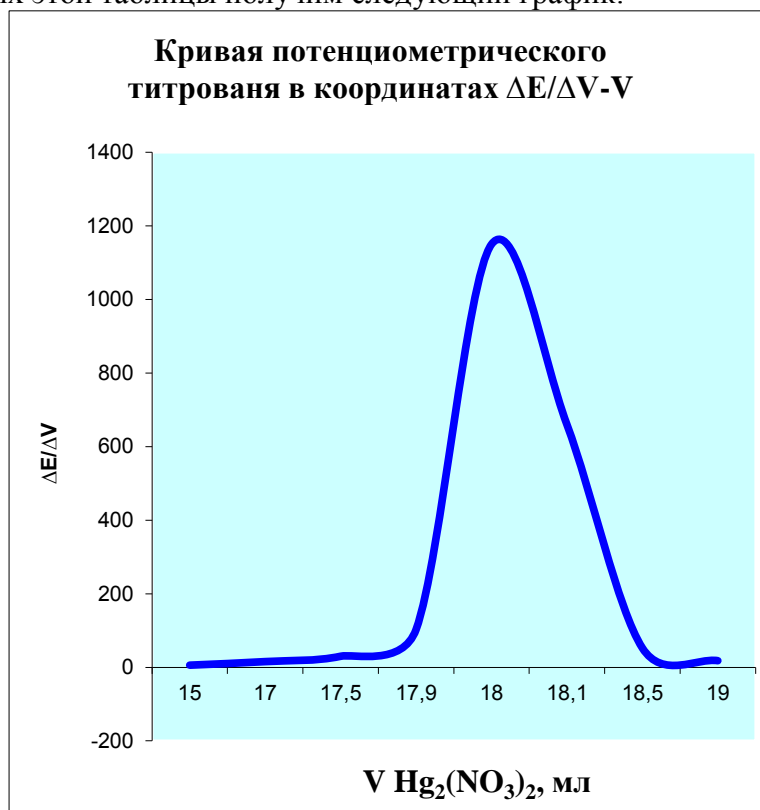
V $Hg_2(NO_3)_2$, мл	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
E, мВ	382	411	442	457	498	613	679	700	709

Решение. По данным таблицы получим следующую кривую потенциометрического титрования в координатах E-V:



V Hg ₂ (NO ₃) ₂ , мл	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
ΔE/ΔV		5,8	15,5	30	102,5	1150	660	52,5	18

Исходя из данных этой таблицы получим следующий график:



Из данных графиков видно, что точка эквивалентности соответствует 18мл Hg₂(NO₃)₂. Отсюда можно рассчитать концентрацию хлорид кальция в растворе.

Уравнение реакции имеет следующий вид: CaCl₂+ Hg₂(NO₃)₂→ Hg₂Cl₂+Ca(NO₃)₂

$$m(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = c_n(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) \cdot M_n(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) \cdot V(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2)$$

Нормальность данного раствора дана в условии задачи, объем определили по графику, осталось рассчитать M_э.

Молярная масса эквивалента соли равна отношению молярной массы соли к произведению числа атомов металла на его валентность. Т.е., получим:

$$M_{\text{э}}(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = \frac{526}{2 \cdot 2} = 131,5 \text{ г/моль. Следовательно,}$$

$$m(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = 0,05 \cdot 131,5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ г}$$

CaCl₂ и Hg₂(NO₃)₂ реагируют в эквивалентном количестве, т.е. в реакцию вступает одинаковое количество молей этих веществ.

$v(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = 0,12 / 586 = 0,2 \cdot 10^{-3}$ моль. Значит, $v(\text{CaCl}_2)$ также равно $0,2 \cdot 10^{-3}$ моль.

$$m(\text{CaCl}_2) = v(\text{CaCl}_2) \cdot M(\text{CaCl}_2);$$

$m(\text{CaCl}_2) = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 111 = 0,022$ г – это масса в 200 мл, следовательно масса в литре раствора составит: $0,022 \cdot 5 = 0,11$ г

Т.е. концентрация хлорида кальция в растворе составит 0,11 г/л.

Ответ: $c(\text{CaCl}_2) = 0,11$ г/л.